

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-072389

(43)Date of publication of application : 17.03.2005

(51)Int.Cl.

H01L 31/04  
B23K 35/363

(21)Application number : 2003-302183

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 26.08.2003

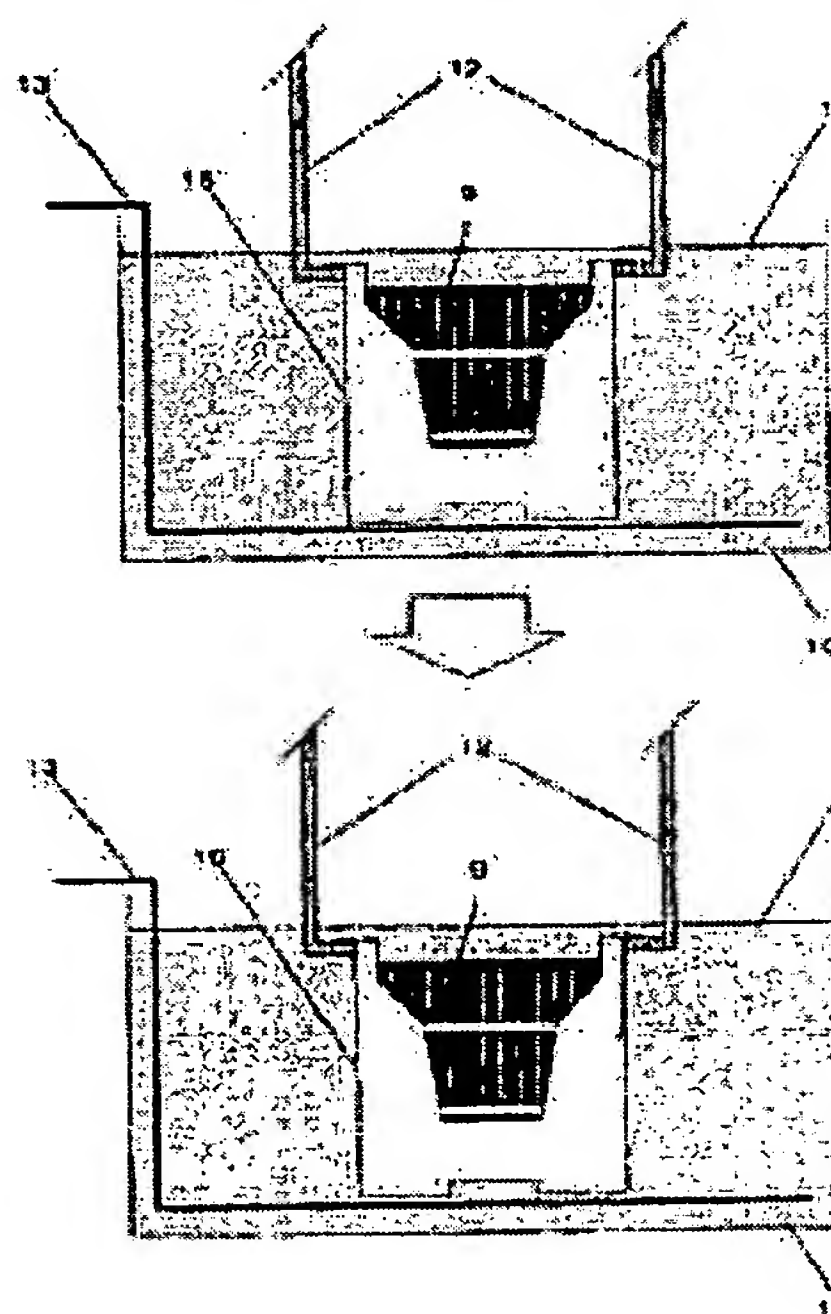
(72)Inventor : TAKAHASHI HIROAKI  
KANEKO TOSHIHIKO  
ODA TOMOHITO  
HAYASHI HIROTAKA

## (54) METHOD AND DEVICE FOR MANUFACTURING SOLAR BATTERY ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of manufacturing solar battery element by which solder coating can be performed with high productivity without deteriorating the wettability of solder by uniformly performing preliminary heating in a short time.

SOLUTION: In the method of manufacturing solar battery element in which electrodes formed on the surface of a solar battery element are coated with solder by dipping the element in a solder melt, the solar battery element is dipped in a liquid maintained at a temperature higher than the boiling point of a solvent for flux after a flux solution diluted with the solvent for flux is applied to the element or the element is dipped in the flux solution before the element is dipped in the solder melt.



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

In a manufacturing method of a solar battery element which immerses a solar battery element by which an electrode was formed in the surface in solder melt, and covers said electrode with solder, A manufacturing method of a solar battery element by which being immersed in a liquid maintained at a temperature higher than the boiling point of said solvent for flux after applying a flux solution diluted with a solvent for flux or being immersed in this flux solution, before said solar battery element is immersed in said solder melt.

[Claim 2]

A manufacturing method of the solar battery element according to claim 1, wherein the boiling point of said liquid is higher than the boiling point of a solvent for flux.

[Claim 3]

A manufacturing method of the solar battery element according to claim 1 or 2, wherein said solvent for flux is water or isopropyl alcohol.

[Claim 4]

A manufacturing method of the solar battery element according to any one of claims 1 to 3, wherein said liquid is alkylene glycol or polyalkylene glycol ethylene glycol.

[Claim 5]

. [ whether a flux solution which diluted with a solvent for flux a solar battery element by which an electrode was formed in the surface is applied, and ] Or after being immersed in this flux solution, it is a manufacturing installation of a solar battery element which immerses in solder melt and covers said electrode with solder, A manufacturing installation of a solar battery element which provides a preheating tub into which a liquid maintained at a temperature higher than the boiling point of said solvent for flux went apart from a solder tub of said solder melt.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

Especially this invention relates to the manufacturing method and manufacturing installation of a solar battery element which immerse the solar battery element which has an electrode in solder melt about the manufacturing method and manufacturing installation of a solar battery element, and cover an electrode with solder.

[Background of the Invention]

[0002]

As for a solar battery element, it is common to use it by an inner lead, connecting two or more sheets. The electrode of the solar battery element is usually covered with solder, in order to connect an inner lead. While preventing oxidation of an electrode surface and securing long term reliability by covering the electrode of a solar battery element with solder, it is effective in lowering resistance of an electrode.

[0003]

As a method of covering the electrode of a solar battery element with solder, the method of immersing in solder melt is common. In this case, carry out that the oxide of an electrode surface is removed and it is easy to form solder and the alloy of an electrode, or. When a solar battery element is heated by forming a film between air, in order to prevent the surface of an electrode from oxidizing, or to reduce interfacial tension and to promote \*\*\*\* of solder, flux is applied on the surface of an electrode. In order to activate the flux, after making it dry at about 100 \*\*, it is immersed in solder melt.

[0004]

When covering solder simultaneously to the electrode of two or more solar battery elements, two or more solar battery elements are accommodated in a wafer carrier, and it is immersed in a solder tub. This wafer carrier is shown in drawing 3 (a) and drawing 3 (b). Drawing 3 (a) is a figure when a wafer carrier is seen from the side, and drawing 3 (b) is a figure showing the section between A-A' in drawing 3 (a). In drawing 3 (a) and drawing 3 (b), 9 shows a solar battery element and 25 shows a wafer carrier. The wafer carrier 25 is constituted so that a predetermined interval may be maintained and two or more solar battery elements 9 may be allocated in a lengthwise direction (for example, refer to patent documents 1).

[0005]

The electrode of the solar battery element 9 is covered with solder by immersing the wafer carrier 25 which accommodated two or more solar battery elements 9 in solder melt, and pulling up it. Thus, by the method of carrying out batch processing of two or more solar battery elements 9 in the wafer carrier 25, since the soldering time per sheet of the solar battery element 9 can be shortened, it leads to improvement in productivity.

[Patent documents 1] JP,2002-319616,A

[Description of the Invention]

[Problem to be solved by the invention]

[0006]

As for spreading of flux, it is common to carry out by two or more solar battery elements being simultaneously immersed into the tub filled with the flux of ordinary temperature from the field of productivity. It is necessary to heat the solar battery element to which flux was applied before after-fluxing solder immersion. The purpose of heating prevents the element cracks by the thermal shock in the immersion to the melting solder tub heated by (1), [ of about 200 \*\* ] (2) It is preventing the solder solution temperature fall by the latent heat of vaporization

generated when heating evaporation of the solvent contained in activating flux and removing the oxide of an electrode surface and (3) flux is carried out and a solvent's is carried into a solder tub.

[0007]

Although IPA (isopropyl alcohol) is generally used, these days, the replacement to water from an environmental problem is following the solvent of flux. The boiling point of IPA is 82.7 \*\* and can evaporate a solvent at a temperature lower than the case where a solvent is water.

[0008]

Heating of flux is called preheating and, generally preheating is carried out within a hot wind tub. The method of the conventional preheating is shown in drawing 4. Drawing 4 (a) is a block diagram of each unit of the conventional hot wind heating system, and drawing 4 (b) is a figure showing the inside of the preheating tub of the conventional hot wind heating system.

[0009]

As shown in a figure, the hot air generator 23 heats the air taken in from the open air incorporation mouth 24, and sends it into the preheating tub 20. The temperature inside the preheating tub 20 is monitored by the thermo couple 21, a measurement result is fed back to the temperature selector 22, and the temperature selector 22 controls the hot air generator 23 to become the temperature to which the inside of the preheating tub 20 was set. Inside the preheating tub 20, the solar battery element 9 is stored in the wafer carrier 25, and preheating is carried out to the temperature set up with the temperature selector 22 by the hot wind 26 sent in from the hot air generator 23.

[0010]

However, if water applies the flux of a solvent to the solar battery element 9 of two or more sheets and it tries to perform preheating to 100 \*\* within the preheating tub 20 by a hot wind, it will take 2 minutes or more until it is heated enough. When it tries to perform preheating for a short time and hot blast temperature or hot wind air capacity is raised, temperature becomes high selectively in the field of the solar battery element 9, the flux of the part deteriorates, and a solder wettability is made to fall.

[0011]

This invention is made in view of such a conventional problem, and is a thing.

The purpose is to provide a short time and the manufacturing method of a solar battery element which can perform solder covering with sufficient productivity without carrying out uniformly and spoiling a solder wettability.

[Means for solving problem]

[0012]

To achieve the above objects, the manufacturing method of the solar battery element concerning Claim 1 of this invention, In the manufacturing method of the solar battery element which immerses the solar battery element by which the electrode was formed in the surface in solder melt, and covers said electrode with solder, Before said solar battery element is immersed in said solder melt, after applying the flux solution diluted with the solvent for flux or being immersed in this flux solution, it is immersed in the liquid maintained at a temperature higher than the boiling point of this solvent for flux.

[0013]

The manufacturing method of the solar battery element concerning Claim 2 of this invention is characterized by the boiling point of said liquid being higher than the boiling point of the solvent for flux in the manufacturing method of the solar battery element of this invention according to claim 1.

[0014]

The manufacturing method of the solar battery element furthermore built over Claim 3 of this invention is characterized by said solvent for flux being water or isopropyl alcohol in the manufacturing method of the solar battery element of this invention according to claim 1 or 2.

[0015]

And the manufacturing method of the solar battery element concerning Claim 4 of this invention is characterized by said liquid being alkylene glycol or a polyalkylene glycol in the manufacturing method of the solar battery element of this invention according to any one of claims 1 to 3. Alkylene glycol points out the glycol containing an alkylene group, for example, ethylene glycol, propylene glycol, etc. are contained. Similarly, a polyethylene glycol, a polypropylene glycol, etc. are contained in a polyalkylene glycol. In this invention, it shall point out also about the solution which mixed suitably the glycols which shall point out also about the solution which mixed



with alkylene glycol suitably the glycols containing an alkylene group, and contain a polyalkylene group similarly about a polyalkylene glycol.

[0016]

The manufacturing installation of the solar battery element concerning Claim 5 of this invention, . [ whether the flux solution which diluted with the solvent for flux the solar battery element by which the electrode was formed in the surface is applied, and ] Or after being immersed in this flux solution, the preheating tub into which it is a manufacturing installation of the solar battery element which immerses in solder melt and covers said electrode with solder, and the liquid maintained at a temperature higher than the boiling point of said solvent for flux went apart from the solder tub of said solder melt is provided.

[Effect of the Invention]

[0017]

As explained to details above, according to the manufacturing method of the solar cell concerning Claim 1 of this invention, preheating after fluxing can be carried out to a short time and homogeneity. Thereby, by the conventional hot wind heating system, it has taken 2 minutes or more, shortening of the preheating time which was a rate-limiting process of the solder process was attained till 10 seconds, and shortening of the baton of a solder process was attained substantially.

[0018]

Since the boiling point of the liquid was made higher than the boiling point of the solvent for flux according to the manufacturing method of the solar battery element concerning Claim 2 of this invention, Even if it makes a liquid higher than the boiling point of the solvent for flux, a liquid does not deteriorate, or it is not boiled and lost, and it can be stabilized and the effect of removing the solvent of the flux applied to the solar battery element can be prolonged.

[0019]

According to the manufacturing method of the solar battery element furthermore built over Claim 3 of this invention, since it was considered as water or isopropyl alcohol, the solvent for flux has the low load to environment, and there is little fear of environmental pollution.

[0020]

And since the liquid was made into either alkylene glycol or a polyalkylene glycol according to the manufacturing method of the solar battery element concerning Claim 4 of this invention, It can be stabilized, and can hold by a high temperature state, and the solvent of the flux applied to the solar battery element can be removed certainly.

[0021]

According to the manufacturing installation of the solar battery element concerning Claim 5 of this invention, the solar battery element concerning the manufacturing method of this invention is producible in large quantities in the stable quality.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0022]

Hereafter, the embodiment of this invention is described in detail using Drawings.

[0023]

(f) shows the fundamental manufacturing method of the solar battery element concerning this invention from (a) of drawing 2. First, the silicon substrate 1 is prepared as a semiconductor substrate. This silicon substrate 1 consists of a single crystal or polycrystalline silicon. This silicon substrate 1 carries out  $1 \times 10^{16}$ – $1 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup> grade content of the 1 conductivity-type semiconductor impurities, such as boron (B), and is a substrate of about 1.5 ohm-cm of specific resistance. In the case of a single crystal silicon substrate, it is formed of the Czochralski method etc., and, in the case of a polycrystalline silicon board, is formed of a casting process etc. A polycrystalline silicon board can be mass-produced and is more advantageous than a single crystal silicon substrate in respect of a manufacturing cost. The ingot formed of the Czochralski method or a casting process is sliced in thickness of about 300–500 micrometers, and it cuts in size of 15 cm x about 15 cm, and is considered as the silicon substrate 1.

[0024]

Next, by arranging the silicon substrate 1 all over a diffusion furnace, and heating in phosphorus oxychloride (POCl<sub>3</sub>) etc., The diffusion zone 2 which makes the surface portion of the silicon substrate 1 carry out  $1 \times 10^{16}$ –

$1 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup> grade diffusion of the phosphorus atom, and presents other conductivity types to it is formed (refer to drawing 2 (b)). This diffusion zone 2 is formed in a depth of about 0.2–0.5 micrometer, and it is formed so that sheet resistance may become 40ohms / more than \*\*. And it leaves only the diffusion zone 2 by the side of the 1 principal surface of the silicon substrate 1, and the diffusion zone 2 of other portions is etched (drawing 2 (c)).

[0025]

Next, the antireflection film 3 is formed in the 1 principal-surface side of the silicon substrate 1. This antireflection film 3 consists of silicon nitride films etc., and is formed with the plasma CVD method using the mixed gas of Silang and ammonia, etc. Light is prevented from reflecting this antireflection film 3 on the surface of the silicon substrate 1, and it provides in order to incorporate light effectively in the silicon substrate 1. In other principal surface side, high-concentration 1 conductivity-type semiconductor impurities are diffused, and the BSF layer 4 is formed (refer to drawing 2 (d)).

[0026]

And after etching the portion equivalent to the surface electrode 5 of this antireflection film 3, the surface electrode 5 is formed by applying and calcinating electrode paste (refer to drawing 2 (e)). This surface electrode 5 may be formed by applying electrode paste directly and calcinating on the antireflection film 3, by what is called a fire through method that is made to carry out melting of the antireflection film 3 under a paste, and carries out direct contact to the silicon substrate 1. The rear electrode 6 is formed by applying and calcinating electrode paste also at the rear face.

[0027]

This electrode paste is printed by printing with screen printing what carried out 0.1–5 weight-section addition to silver 100 weight section, and made glass frit paste state at the end of silver dust, and an organic vehicle, and calcinating about 1 to 30 minutes at 600–800 \*\*. The softening temperature when this glass frit contains a kind at least among PbO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and SiO<sub>2</sub> consists of a thing 500 \*\* or less etc.

[0028]

Then, in order to connect solar battery elements by an inner lead by reservation and post process of long term reliability, the solder enveloping layers 7 and 8 are formed in the surface of the surface electrode 5 and the rear electrode 6 (refer to drawing 2 (f)). The solar battery element 9 is completed by this.

[0029]

In this invention, before the solar battery element 9 is immersed in solder melt, after applying the flux solution diluted with the solvent for flux or being immersed in this flux solution, it is characterized by being immersed in the liquid maintained at a temperature higher than the boiling point of this solvent for flux. It explains in more detail about this method.

[0030]

First, although the rosin system flux usually known well and water-soluble flux can be used for flux, it is more desirable to use water-soluble flux from the Reason for earth environment protection. As a solvent for flux which can dissolve these flux beforehand, to IPA (isopropyl alcohol) or water, these flux is diluted so that it may become about 40 to 60weight % of concentration, and a flux solution is produced.

[0031]

A flux layer is formed on an electrode by applying directly the flux solution produced as mentioned above to the portion of the solar battery element 9 which provided the electrode at least by brush, a spray, etc., or immersing the solar battery element 9 into a flux solution. In order to form a flux layer on an electrode, it is desirable from the field of productivity to store two or more solar battery elements 9 to a wafer carrier, and to be immersed by package into the tub filled with the flux solution of ordinary temperature.

[0032]

Although it is not necessary to make it dry especially about the flux solution applied to the electrode of the solar battery element 9, it may be made to dry automatically and may be made to dry by a heater, warm air, etc.

[0033]

In this invention, it is characterized by immersing the solar battery element 9 which formed the flux layer on the electrode as mentioned above in the liquid maintained at a temperature higher than the boiling point of this solvent for flux. This concrete manufacturing method and manufacturing installation are explained using figures. Drawing 1 is a figure showing the manufacturing method and manufacturing installation of a solar battery element concerning this invention. in drawing 1 -- 9 -- a solar battery element and 15 -- a wafer carrier and 12 -- a

liquid and 13 show a heater, 16 shows a solder melt tub, and, as for a preheating tub and 11, an arm and 10 show solder melt 17.

[0034]

The wafer carrier 15 which stored two or more solar battery elements 9 in which the flux layer was formed on the electrode is supported with the arm 12, Preheating of the solar battery element 9 is performed by being immersed for 10 seconds into the polyalkylene glycol heated by 110 \*\*, and pulling up with the liquid 11 13 which is a heating medium, for example, a heater, within the preheating tub 10. Then, it is immersed in the solder melt tub 16 which filled the solder melt 17, and solder is covered.

[0035]

Here, the liquid 11 which is a heating medium filled to preheating tub 10 inside chooses what has the boiling point of the liquid 11 higher than the boiling point of the solvent for flux according to the boiling point of the solvent for flux. For example, when the solvent for flux is IPA (80 \*\* of boiling points), the boiling point considers it as a not less than 80 \*\* liquid, and when the solvent for flux is water (100 \*\*), the boiling point considers it as a not less than 100 \*\* liquid. Specifically as the liquid 11, alkylene glycol, a polyalkylene glycol, etc. which are represented by ethylene glycol (197.6 \*\* of boiling points), a polyethylene glycol (120–150 \*\* of boiling points), etc. besides water (100 \*\* of boiling points) can be used conveniently.

[0036]

As a concrete combination, when the solvent for flux is IPA, ethylene glycol is chosen as the liquid 11 of the heating medium filled to the preheating tub 10, and the temperature of the preheating tub 10 should just set up not less than 80 \*\* become about 110 \*\* preferably. What is necessary is to choose ethylene glycol as the liquid 11 of the heating medium filled to the preheating tub 10, and just to set up so that the temperature of the preheating tub 10 may be not less than 110 \*\*, for example also when a solvent is water. Although what is necessary is just the temperature which the liquid 11 boils or does not deteriorate as upper limit temperature of preheating, when the selected liquid has inflammability for example, it is necessary to use it at a temperature lower than the flash point.

[0037]

Thus, it is not carried into a solder tub while the solvent for flux has not evaporated, since heating evaporation of the solvent for flux can be carried out completely uniformly by carrying out preheating by the manufacturing method and manufacturing installation of a solar battery element of this invention. Therefore, the solder solution temperature fall by the latent heat of vaporization generated when the solvent for flux evaporates can be prevented. When [ to the heated melting solder tub ] immersed, there are an effect which prevents the solar battery element 9 breaking by a thermal shock, and an effect of activating flux and removing the oxide of the electrode surface of the solar battery element 9.

[0038]

This invention is not limited to the above-mentioned embodiment, and can add many corrections and change within the limits of this invention. For example, the form of a wafer carrier is not limited to this and, The kind of solder may be the eutectic crystal solder of Sn-Pb, and even if it uses what is called lead-free soldering that does not contain lead, such as a Sn-Ag system, a Sn-Cu system, a Sn-Zn system, a Sn-Sb system, a Sn-In system, and a Sn-Bi system, it can acquire the same effect.

[Brief Description of the Drawings]

[0039]

[Drawing 1]It is a figure showing the manufacturing installation of the solar battery element of this invention.

[Drawing 2]It is a figure showing the process of the manufacturing method of the solar battery element of this invention.

[Drawing 3](a) is a figure showing the wafer carrier by the manufacturing method of the conventional solar battery element, and (b) is a sectional view between A-A' of (a).

[Drawing 4](a) is a figure showing the manufacturing method of the solar battery element by the conventional method, and (b) is a figure showing the inside of the tub of the conventional hot wind heating system.

[Explanations of letters or numerals]

[0040]

- 1: Silicon substrate
- 2: Diffusion zone
- 3: Antireflection film
- 4: BSF layer

5: Surface electrode  
6: Rear electrode  
7, 8: Solder enveloping layer  
9: Solar battery element  
10: Preheating tub  
11: Liquid (heating medium)  
12: Arm  
13: Heater  
15: Wafer carrier  
16: Solder tub  
17: Solder melt  
20: Preheating tub  
21: Thermo couple  
22: Temperature selector  
23: Hot air generator  
24: Open air incorporation mouth  
25: Wafer carrier  
26: Hot wind

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-72389

(P2005-72389A)

(43) 公開日 平成17年3月17日(2005.3.17)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>H01L 31/04  
B23K 35/363

F1

H01L 31/04  
B23K 35/363H  
Z

テーマコード (参考)

5F051

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-302183 (P2003-302183)  
(22) 出願日 平成15年8月26日 (2003.8.26)(71) 出願人 000006633  
京セラ株式会社  
京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地  
(72) 発明者 高橋 宏明  
滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地  
の6 京セラ株式会社滋賀八日市工場内  
(72) 発明者 兼子 俊彦  
滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地  
の6 京セラ株式会社滋賀八日市工場内  
(72) 発明者 小田 智史  
滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地  
の6 京セラ株式会社滋賀八日市工場内  
(72) 発明者 林 洋隆  
滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地  
の6 京セラ株式会社滋賀八日市工場内  
最終頁に続く

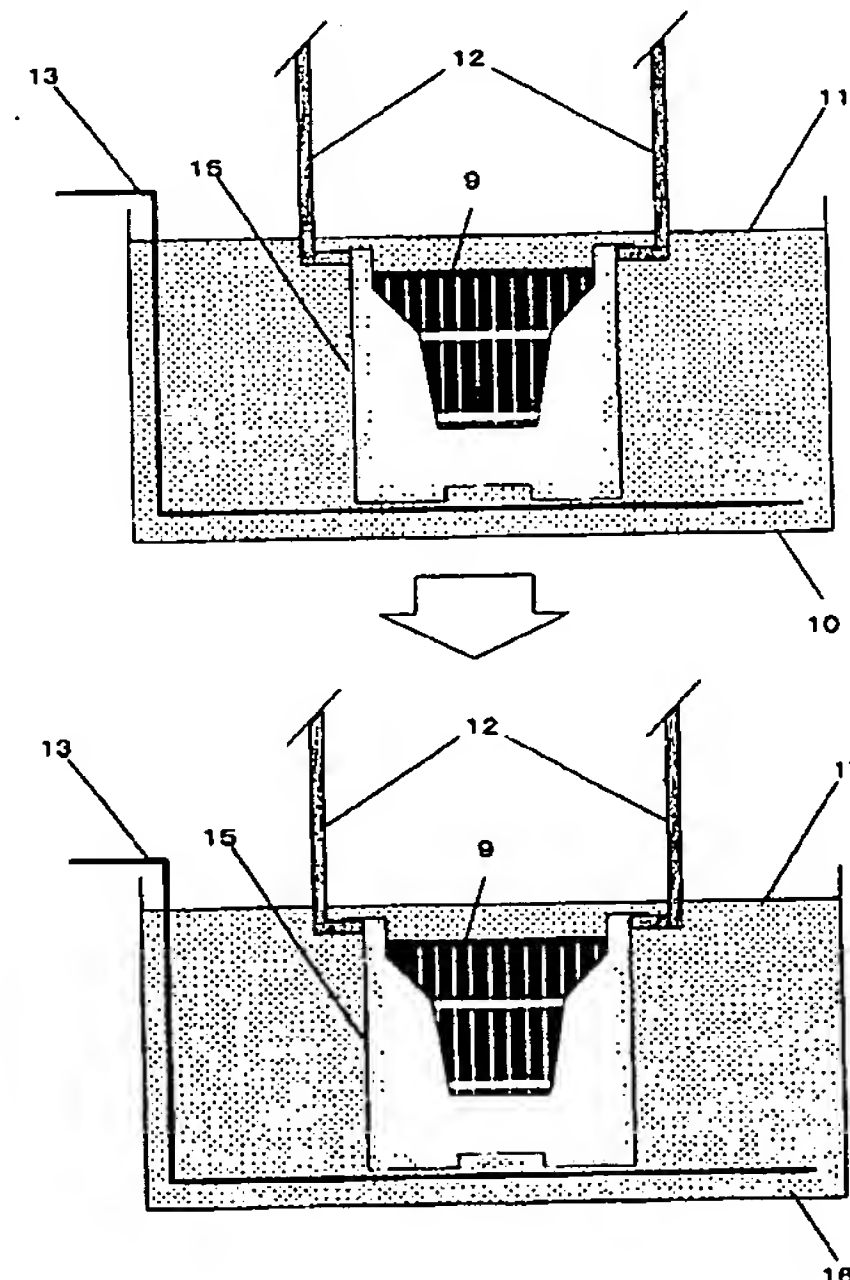
(54) 【発明の名称】 太陽電池素子の製造方法および製造装置

## (57) 【要約】

【課題】 予備加熱を短時間かつ均一に行い、はんだ濡れ性を損なうことなく生産性の良いはんだ被覆ができる太陽電池素子の製造方法を提供する。

【解決手段】 表面に電極が形成された太陽電池素子をはんだ融液に浸漬して前記電極をはんだで被覆する太陽電池素子の製造方法において、前記太陽電池素子を前記はんだ融液に浸漬する前に、フラックス用溶媒で希釈したフラックス溶液を塗布するか、もしくはこのフラックス溶液に浸漬した後、前記フラックス用溶媒の沸点よりも高い温度に保たれた液体に浸漬する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

表面に電極が形成された太陽電池素子をはんだ融液に浸漬して前記電極をはんだで被覆する太陽電池素子の製造方法において、前記太陽電池素子を前記はんだ融液に浸漬する前に、フラックス用溶媒で希釈したフラックス溶液を塗布するか、もしくはこのフラックス溶液に浸漬した後、前記フラックス用溶媒の沸点よりも高い温度に保たれた液体に浸漬することを特徴とする太陽電池素子の製造方法。

## 【請求項 2】

前記液体の沸点は、フラックス用溶媒の沸点よりも高いことを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池素子の製造方法。

## 【請求項 3】

前記フラックス用溶媒は、水もしくはイソプロピルアルコールであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の太陽電池素子の製造方法。

## 【請求項 4】

前記液体は、アルキレングリコールもしくはポリアルキレングリコールエチレングリコールであることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の太陽電池素子の製造方法。

## 【請求項 5】

表面に電極が形成された太陽電池素子をフラックス用溶媒で希釈したフラックス溶液を塗布するか、もしくはこのフラックス溶液に浸漬した後、はんだ融液に浸漬して前記電極をはんだで被覆する太陽電池素子の製造装置であって、前記はんだ融液のはんだ槽とは別に、前記フラックス用溶媒の沸点よりも高い温度に保たれた液体が入った予備加熱槽を設けてなる太陽電池素子の製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は太陽電池素子の製造方法および製造装置に関し、特に電極を有する太陽電池素子をはんだ融液に浸漬して電極をはんだで被覆する太陽電池素子の製造方法および製造装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

太陽電池素子は複数枚をインナーリードで接続して使用するのが一般的である。太陽電池素子の電極はインナーリードを接続するために通常はんだで被覆されている。また、太陽電池素子の電極をはんだで被覆することによって電極表面の酸化を防止して長期信頼性を確保するとともに、電極の抵抗を下げるという効果もある。

## 【0003】

太陽電池素子の電極をはんだで被覆する方法としては、はんだ融液に浸漬する方法が一般的である。この場合、電極表面の酸化物を除去してはんだと電極の合金を形成しやすくしたり、空気との間に膜を形成することによって太陽電池素子を加熱したときに電極の表面が酸化されるのを防止したり、界面張力を減らしてはんだの濡れを促進したりするために、電極の表面にはフラックスを塗布する。そのフラックスを活性化させるために、約 100℃で乾燥させた後にはんだ融液に浸漬する。

## 【0004】

また、複数の太陽電池素子の電極に同時にはんだを被覆する場合、複数の太陽電池素子をウェハーキャリアに収容してはんだ槽に浸漬する。このウェハーキャリアを図 3 (a) および図 3 (b) に示す。図 3 (a) はウェハーキャリアを側面から見たときの図であり、図 3 (b) は図 3 (a) における A-A' 間の断面を示す図である。図 3 (a) および図 3 (b) において、9 は太陽電池素子、25 はウェハーキャリアを示す。ウェハーキャリア 25 は複数の太陽電池素子 9 を所定間隔を維持して縦方向に配設されるように構成されている（例えば特許文献 1 参照）。

10

20

30

40

50

## 【0005】

複数の太陽電池素子9を収容したウェハーキャリア25をはんだ融液に浸漬して引き上げることによって太陽電池素子9の電極をはんだで被覆する。このように、複数の太陽電池素子9をウェハーキャリア25で一括処理する方法では太陽電池素子9の一枚当たりのはんだ付け時間を短縮できるため生産性の向上につながる。

【特許文献1】特開2002-319616号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

フラックスの塗布は、生産性の面から、常温のフラックスで満たされた槽の中に太陽電池素子を複数枚同時に浸漬することで行うのが一般的である。また、フラックス塗布後ははんだ浸漬までの間に、フラックスが塗布された太陽電池素子を加熱する必要がある。加熱の目的は、(1)200℃程度に加熱された溶融はんだ槽への浸漬での熱衝撃による素子割れを防ぐこと、(2)フラックスを活性化させ電極表面の酸化物を除去すること、(3)フラックス中に含まれる溶媒を加熱蒸発させて、溶媒がはんだ槽へ持ち込まれたときに発生する気化潜熱によるはんだ液温低下を防止することである。

## 【0007】

フラックスの溶媒は一般的にはIPA（イソプロピルアルコール）が用いられているが、最近では環境問題から水への置き換えが進んでいる。IPAの沸点は82.7℃であり、溶媒が水の場合よりも低い温度で溶媒を蒸発させることができる。

## 【0008】

フラックスの加熱は予備加熱と呼ばれ、一般的には熱風槽内で予備加熱される。図4に従来の予備加熱の方法を示す。図4(a)は、従来の熱風加熱方式の各ユニットの構成図であり、図4(b)は、従来の熱風加熱方式の予備加熱槽の内部を示す図である。

## 【0009】

図に示すように、熱風発生器23は、外気取り込み口24から取り入れた空気を加熱して予備加熱槽20に送り込む。また、予備加熱槽20の内部の温度は熱電対21によってモニタされ、温度制御器22へと測定結果をフィードバックし、温度制御器22は予備加熱槽20の内部が設定された温度になるよう熱風発生器23を制御する。予備加熱槽20の内部には、太陽電池素子9がウェハーキャリア25に収納され、熱風発生器23から送り込まれる熱風26によって、温度制御器22で設定した温度に予備加熱される。

## 【0010】

しかし、複数枚の太陽電池素子9に水が溶媒のフラックスを塗布し、熱風による予備加熱槽20内で100℃まで予備加熱を行おうとすると、十分加熱されるまで2分以上掛かってしまう。また、短時間で予備加熱を行おうとして熱風温度あるいは熱風風量を上げると、太陽電池素子9の面内で部分的に温度が高くなり、その箇所のフラックスが劣化し、はんだ濡れ性を低下させることになる。

## 【0011】

本発明はこのような従来の問題に鑑みてなされたものであり、予備加熱を短時間かつ均一に行い、はんだ濡れ性を損なうことなく生産性の良いはんだ被覆ができる太陽電池素子の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

## 【0012】

上記目的を達成するために、本発明の請求項1にかかる太陽電池素子の製造方法は、表面に電極が形成された太陽電池素子をはんだ融液に浸漬して前記電極をはんだで被覆する太陽電池素子の製造方法において、前記太陽電池素子を前記はんだ融液に浸漬する前に、フラックス用溶媒で希釈したフラックス溶液を塗布するか、もしくはこのフラックス溶液に浸漬した後、このフラックス用溶媒の沸点よりも高い温度に保たれた液体に浸漬することを特徴とする。

## 【0013】

10

20

30

40

50

また本発明の請求項 2 にかかる太陽電池素子の製造方法は、本発明の請求項 1 に記載の太陽電池素子の製造方法において、前記液体の沸点は、フラックス用溶媒の沸点よりも高いことを特徴とする。

【0014】

さらに本発明の請求項 3 にかかる太陽電池素子の製造方法は、本発明の請求項 1 または 2 に記載の太陽電池素子の製造方法において、前記フラックス用溶媒は、水もしくはイソプロピルアルコールであることを特徴とする。

【0015】

そして本発明の請求項 4 にかかる太陽電池素子の製造方法は、本発明の請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の太陽電池素子の製造方法において、前記液体は、アルキレングリコールもしくはポリアルキレングリコールであることを特徴とする。なお、アルキレングリコールは、アルキレン基を含むグリコールを指し、例えば、エチレングリコール、プロピレングリコールなどが含まれる。同様に、ポリアルキレングリコールには、ポリエチレングリコールやポリプロピレングリコールなどが含まれる。さらに、本発明においては、アルキレングリコールとは、アルキレン基を含むグリコール類を適宜混合した溶液についても指すものとし、ポリアルキレングリコールについても同様にポリアルキレン基を含むグリコール類を適宜混合した溶液についても指すものとする。

【0016】

また本発明の請求項 5 にかかる太陽電池素子の製造装置は、表面に電極が形成された太陽電池素子をフラックス用溶媒で希釈したフラックス溶液を塗布するか、もしくはこのフラックス溶液に浸漬した後、はんだ融液に浸漬して前記電極をはんだで被覆する太陽電池素子の製造装置であって、前記はんだ融液のはんだ槽とは別に、前記フラックス用溶媒の沸点よりも高い温度に保たれた液体が入った予備加熱槽を設けてなる。

【発明の効果】

【0017】

以上詳細に説明したように、本発明の請求項 1 にかかる太陽電池の製造方法によれば、フラックス塗布後の予備加熱を短時間かつ均一に行うことができる。これにより従来の熱風加熱方式では 2 分以上かかっておりはんだ工程の律速工程であった予備加熱時間が、10 秒まで短縮可能となり、はんだ工程のタクトが大幅に短縮可能となった。

【0018】

また本発明の請求項 2 にかかる太陽電池素子の製造方法によれば、液体の沸点をフラックス用溶媒の沸点よりも高くしたので、液体をフラックス用溶媒の沸点より高くしても液体が変質したり、沸騰して失われることがなく、太陽電池素子に塗布されたフラックスの溶媒を除去する効果を安定して長引かせることができる。

【0019】

さらに本発明の請求項 3 にかかる太陽電池素子の製造方法によれば、フラックス用溶媒は、水もしくはイソプロピルアルコールとしたので、環境に対する負荷が低く、環境汚染の恐れが少ない。

【0020】

そして本発明の請求項 4 にかかる太陽電池素子の製造方法によれば、液体はアルキレングリコールもしくはポリアルキレングリコールのいずれかとしたので、安定して高温状態で保持することができ、太陽電池素子に塗布されたフラックスの溶媒を確実に除去することができる。

【0021】

また本発明の請求項 5 にかかる太陽電池素子の製造装置によれば、本発明の製造方法にかかる太陽電池素子を安定した品質で大量に生産することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の実施形態を図面を用いて詳細に説明する。

【0023】

10

20

30

40

50



図2の(a)から(f)は、本発明にかかる太陽電池素子の基本的な製造方法を示す。まず、半導体基板としてシリコン基板1を用意する。このシリコン基板1は、単結晶または多結晶シリコンなどからなる。このシリコン基板1は、ボロン(B)などの一導電型半導体不純物を $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 程度含有し、比抵抗 $1.5 \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の基板である。単結晶シリコン基板の場合は引き上げ法などによって形成され、多結晶シリコン基板の場合は鋳造法などによって形成される。多結晶シリコン基板は、大量生産が可能であり、製造コスト面で単結晶シリコン基板よりも有利である。引き上げ法や鋳造法によって形成されたインゴットを $300 \sim 500 \mu\text{m}$ 程度の厚みにスライスして、 $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ 程度の大きさに切断してシリコン基板1とする。

【0024】

次に、シリコン基板1を拡散炉中に配置して、オキシ塩化リン( $\text{POCl}_3$ )などの中で加熱することによって、シリコン基板1の表面部分にリン原子を $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 程度拡散させて他の導電型を呈する拡散層2を形成する(図2(b)参照)。この拡散層2は、 $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 程度の深さに形成され、シート抵抗が $40 \Omega/\square$ 以上になるように形成される。そしてシリコン基板1の一主面側の拡散層2のみを残して他の部分の拡散層2をエッチングする(図2(c))。

【0025】

次に、シリコン基板1の一主面側に反射防止膜3を形成する。この反射防止膜3はたとえば窒化シリコン膜などからなり、シランとアンモニアとの混合ガスを用いたプラズマCVD法などで形成される。この反射防止膜3は、シリコン基板1の表面で光が反射するのを防止して、シリコン基板1内に光を有効に取り込むために設ける。また、他の主面側には高濃度の一導電型半導体不純物を拡散させて、BSF層4を形成する(図2(d)参照)。

【0026】

そして、この反射防止膜3の表面電極5に相当する部分をエッチングした上で電極ペーストを塗布して焼成することによって表面電極5を形成する(図2(e)参照)。この表面電極5は、反射防止膜3上に直接電極ペーストを塗布して焼成することにより、ペースト下の反射防止膜3を溶融させ、シリコン基板1と直接接触させるいわゆるファイヤースルー法により形成してもよい。また、裏面にも電極ペーストを塗布して焼成することによって裏面電極6を形成する。

【0027】

この電極ペーストは銀粉末と有機ビヒクルにガラスフリットを銀100重量部に対して $0.1 \sim 5$ 重量部添加してペースト状にしたものをスクリーン印刷法で印刷して $600 \sim 800^\circ\text{C}$ で $1 \sim 30$ 分程度焼成することによって焼き付けられる。このガラスフリットは、 $\text{PbO}$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ のうち少なくとも一種を含む軟化点が $500^\circ\text{C}$ 以下のものなどからなる。

【0028】

その後、長期信頼性の確保および後工程で太陽電池素子同士をインナーリードで接続するために、表面電極5、裏面電極6の表面にはんだ被覆層7、8を形成する(図2(f)参照)。これによって太陽電池素子9が完成する。

【0029】

本発明においては、太陽電池素子9をはんだ融液に浸漬する前に、フラックス用溶媒で希釈したフラックス溶液を塗布するか、もしくはこのフラックス溶液に浸漬した後、このフラックス用溶媒の沸点よりも高い温度に保たれた液体に浸漬することを特徴としている。この方法について更に詳しく説明する。

【0030】

まず、フラックスは、通常よく知られたロジン系フラックスや水溶性フラックスを用いることができるが、地球環境保護の理由から、水溶性フラックスを用いることがより望ましい。また、あらかじめこれらのフラックスを溶解することができるフラックス用溶媒として、IPA(イソプロピルアルコール)か水に対して、これらのフラックスを $40 \sim 6$

10

20

30

40

50

0重量%程度の濃度となるように希釈してフラックス溶液を作製する。

【0031】

上述のように作製したフラックス溶液を、太陽電池素子9の少なくとも電極をもうけた部分に刷毛やスプレーなどで直接塗布するか、フラックス溶液中に太陽電池素子9を浸漬することによって、電極上にフラックス層を形成する。なお、電極上にフラックス層を形成するためには、ウェハーキャリアに太陽電池素子9を複数枚収納して、常温のフラックス溶液で満たした槽の中に一括で浸漬することが生産性の面から望ましい。

【0032】

太陽電池素子9の電極に塗布したフラックス溶液については特に乾燥させる必要はないが、自然に乾燥させても良いし、ヒーターや温風などによって乾燥させても良い。

10

【0033】

本発明においては、上述のように電極上にフラックス層を形成した太陽電池素子9をこのフラックス用溶媒の沸点よりも高い温度に保たれた液体に浸漬することを特徴としている。この具体的な製造方法および製造装置を図を用いて説明する。図1は本発明にかかる太陽電池素子の製造方法および製造装置を示す図である。図1において、9は太陽電池素子、15はウェハーキャリア、12はアーム、10は予備加熱槽、11は液体、13はヒーター、16ははんだ融液槽、17ははんだ融液を示す。

【0034】

電極上にフラックス層を形成した複数の太陽電池素子9を収納したウェハーキャリア15をアーム12で支持し、予備加熱槽10内で伝熱媒体である液体11、例えば、ヒーター13によって110℃に加熱されたポリアルキレングリコールの中に10秒間浸漬して、引き上げることによって太陽電池素子9の予備加熱を行う。その後、はんだ融液17を満たした、はんだ融液槽16に浸漬してはんだを被覆する。

20

【0035】

ここで、予備加熱槽10内部に満たす伝熱媒体である液体11はフラックス用溶媒の沸点に応じて、液体11の沸点がフラックス用溶媒の沸点よりも高いものを選択する。例えば、フラックス用溶媒がIPA（沸点80℃）の場合は、沸点が80℃以上の液体とし、フラックス用溶媒が水（100℃）の場合は、沸点が100℃以上の液体とする。具体的には、液体11としては、水（沸点100℃）のほか、エチレングリコール（沸点197.6℃）、ポリエチレングリコール（沸点120～150℃）などに代表されるアルキレングリコールやポリアルキレングリコールなどを好適に用いることができる。

30

【0036】

具体的な組み合わせとしては、フラックス用溶媒がIPAの場合、予備加熱槽10に満たす伝熱媒体の液体11としてエチレングリコールを選択し、予備加熱槽10の温度が80℃以上、好ましくは110℃程度となるように設定すれば良い。また、溶媒が水の場合も、予備加熱槽10に満たす伝熱媒体の液体11としてエチレングリコールを選択し、予備加熱槽10の温度が、例えば110℃以上となるように設定すれば良い。なお、予備加熱の上限温度としては、液体11が沸騰したり変質したりしない温度であればよいが、例えば、選ばれた液体が引火性を有するときは、その引火点より低い温度で使用する必要がある。

40

【0037】

このように本発明の太陽電池素子の製造方法および製造装置により予備加熱することによって、フラックス用溶媒を完全に、かつ均一に加熱蒸発させることができるので、フラックス用溶媒が蒸発しないまま、はんだ槽へ持ち込まれることがない。そのため、フラックス用溶媒が蒸発したときに発生する気化潜熱によるはんだ液温低下を防止することができる。さらに、加熱された溶融はんだ槽への浸漬したときに熱衝撃によって太陽電池素子9が割れることを防ぐ効果、フラックスを活性化させ太陽電池素子9の電極表面の酸化物を除去するという効果もある。

【0038】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で多くの修正

50

および変更を加えることができる。例えばウェハーキャリアの形状はこれに限定されるものではないし、はんだの種類はSn-Pbの共晶はんだであってもいいし、Sn-Ag系、Sn-Cu系、Sn-Zn系、Sn-Sb系、Sn-In系、Sn-Bi系などの鉛を含有しないいわゆる鉛フリーはんだを使用しても同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の太陽電池素子の製造装置を示す図である。

【図2】本発明の太陽電池素子の製造方法の工程を示す図である。

【図3】(a)は従来の太陽電池素子の製造方法によるウェハーキャリアを示す図であり、(b)は(a)のA-A'間の断面図である。

10

【図4】(a)は従来の方法による太陽電池素子の製造方法を示す図であり、(b)は従来の熱風加熱方式の槽内を示す図である。

【符号の説明】

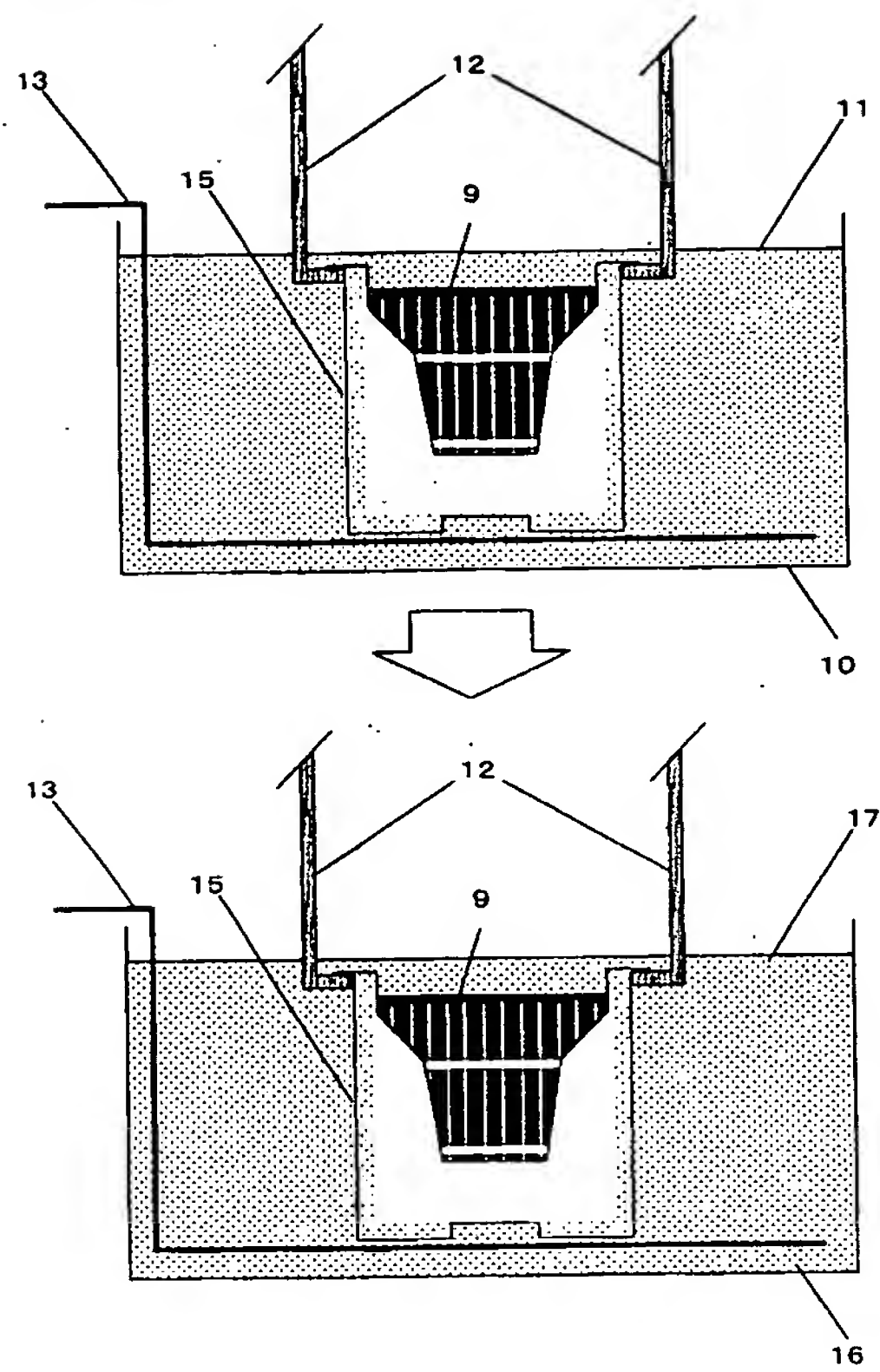
【0040】

- 1：シリコン基板
- 2：拡散層
- 3：反射防止膜
- 4：BSF層
- 5：表面電極
- 6：裏面電極
- 7、8：はんだ被覆層
- 9：太陽電池素子
- 10：予備加熱槽
- 11：液体（伝熱媒体）
- 12：アーム
- 13：ヒーター
- 15：ウェハーキャリア
- 16：はんだ槽
- 17：はんだ融液
- 20：予備加熱槽
- 21：熱電対
- 22：温度制御器
- 23：熱風発生器
- 24：外気取り込み口
- 25：ウェハーキャリア
- 26：熱風

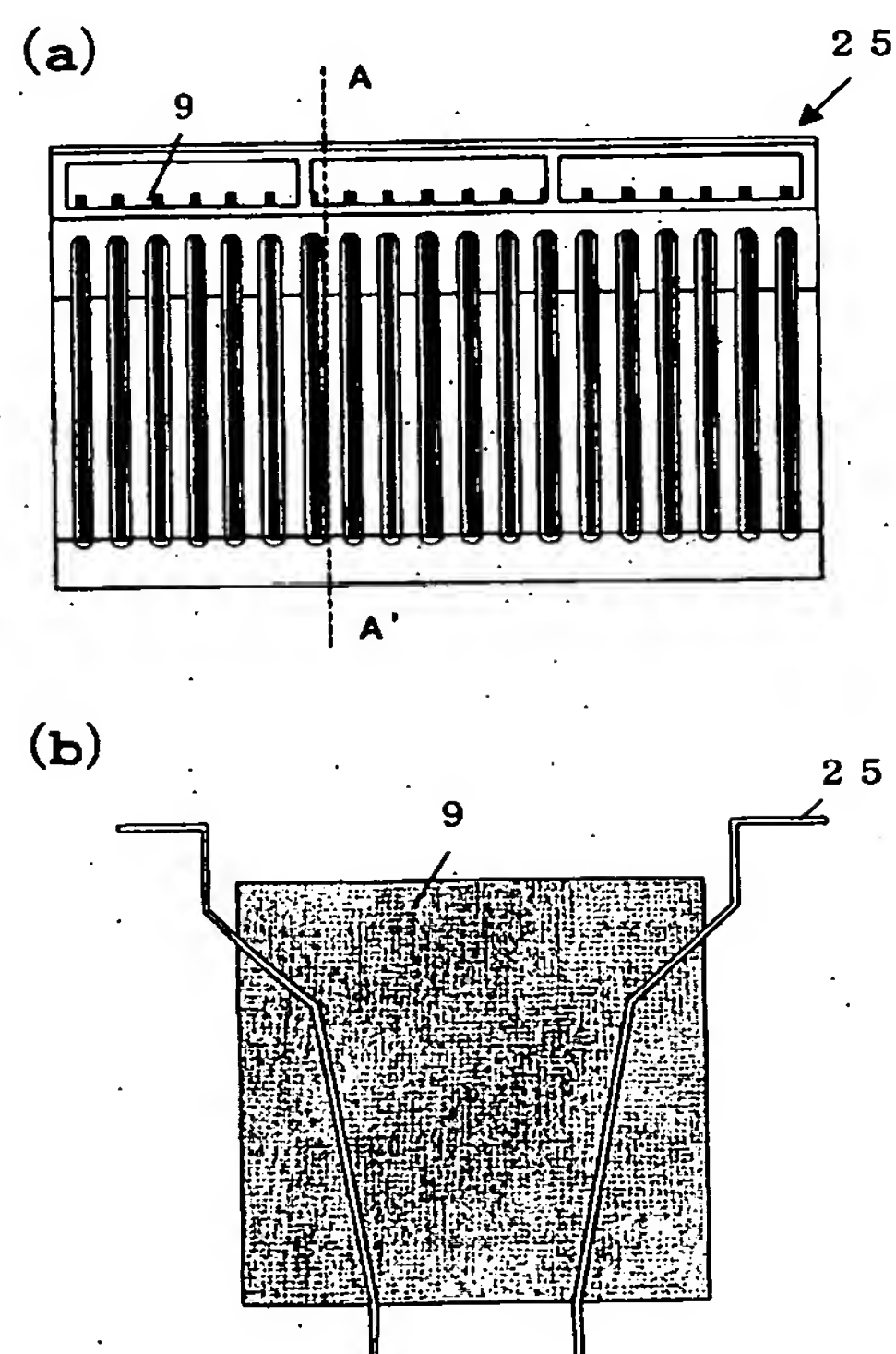
20

30

【図 1】

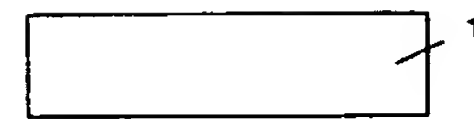


【図 3】

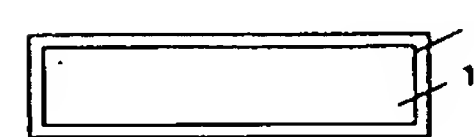


【図 2】

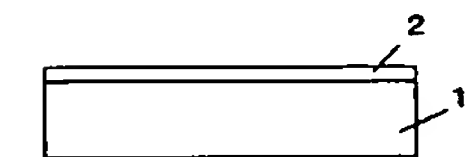
(a)



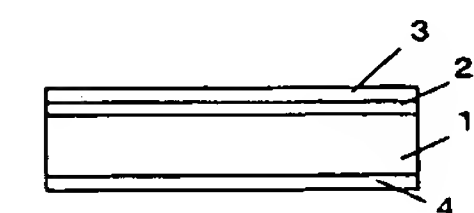
(b)



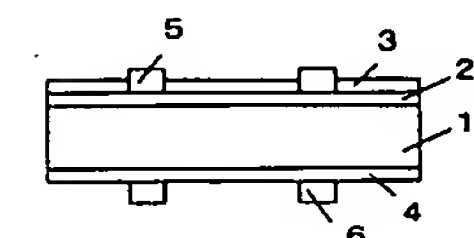
(c)



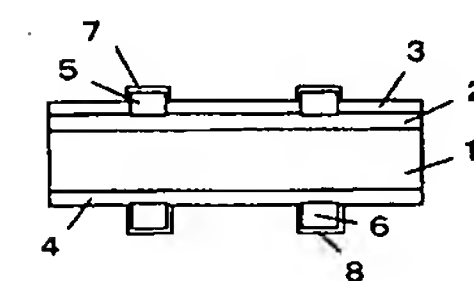
(d)



(e)

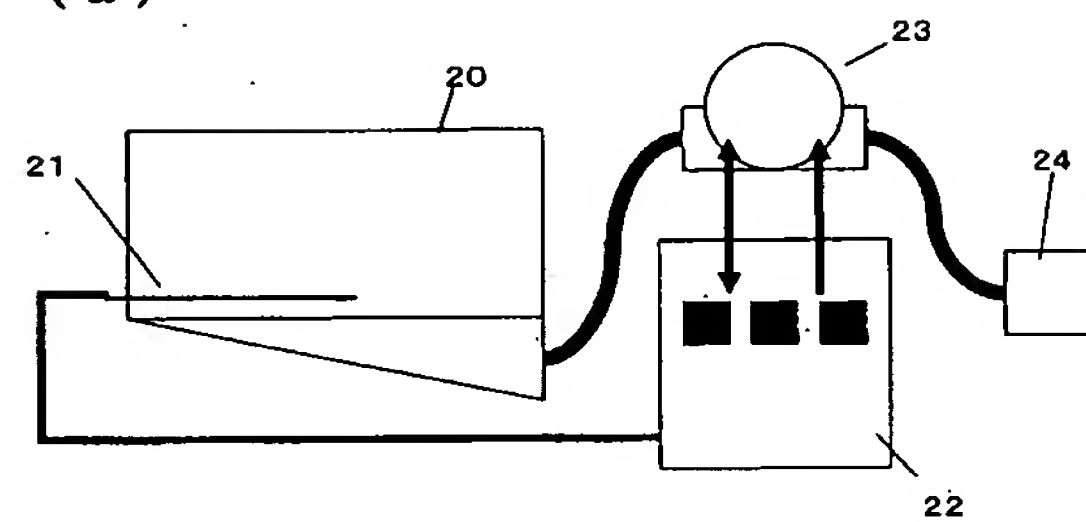


(f)

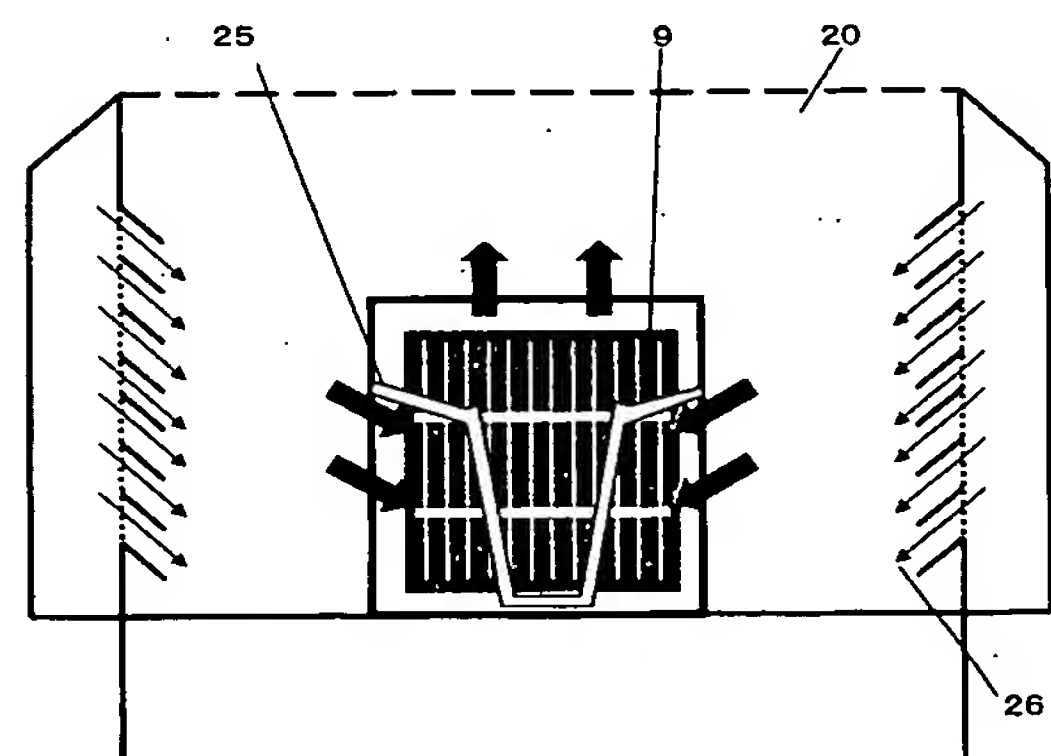


【図 4】

(a)



(b)





---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5F051 AA02 AA03 BA14 CB27 FA06 FA10 FA13 FA15 GA04